

Method for cutting a block of material and forming a thin film

Patent number: FR2811807

Publication date: 2002-01-18

Inventor: ASPAR BERNARD; LAGACHE CHRYSTELLE

Applicant: COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE (FR)

Classification:

- international: **H01L21/20; H01L21/762; H01L21/02; H01L21/70;**
(IPC1-7): H01L21/302

- european: H01L21/20B2; H01L21/762D8B

Application number: FR20000009129 20000712

Priority number(s): FR20000009129 20000712

Also published as:



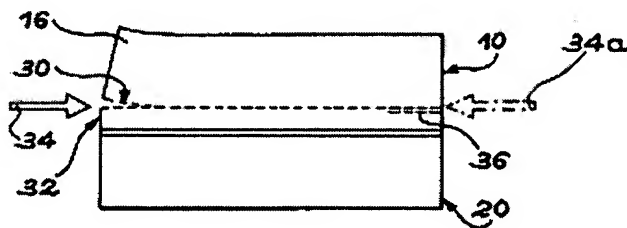
WO0205344 (A1)

US2003234075 (A1)

Report a data error here

Abstract of FR2811807

The invention concerns a method for cutting a block of material (10) comprising the following steps: a) forming in the block a buried zone (12), embrittled by at least an ion-inserting step, the buried zone delimiting at least a surface part (14) of the block; b) forming at the embrittled zone at least an incipient cleavage (30, 36) using first separating means selected among inserting a tool, injecting a fluid, a heat treatment and/or ion implantation of an ionic species different from that inserted during the preceding step; and c) separating at the embrittled zone of the surface part (14) of the block a remaining part (16), called mass part, from the incipient cleavage (30, 36) using second means, different from the first separation means and selected among heat treatment and/or applying mechanical forces exerted between the surface part and the embrittled zone. The invention is useful for making micro-electronic, optoelectronic or micro-mechanical components,



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 811 807

②1 N° d'enregistrement national : 00 09129

⑤1 Int Cl⁷ : H 01 L 21/302

①2

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 12.07.00.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 18.01.02 Bulletin 02/03.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATO-
MIQUE Etablissement de caractère scientifique techni-
que et industriel — FR.

⑦2 Inventeur(s) : ASPAR BERNARD et LAGACHE
CHRYSTELLE.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : BREVATOME.

⑤4 PROCÉDE DE DECOUPAGE D'UN BLOC DE MATERIAU ET DE FORMATION D'UN FILM MINCE.

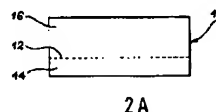
⑤7 Procédé de découpage d'un bloc de matériau (10)
comprenant les étapes suivantes:

a) la formation dans le bloc d'une zone enterrée (12),
fragilisée, délimitant au moins une partie superficielle (14)
du bloc,

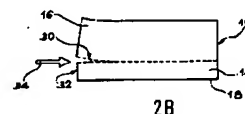
b) la formation dans le bloc d'au moins une amorce de
séparation (30, 36) par l'utilisation d'un premier moyen de
séparation,

c) la séparation au niveau de la zone fragilisée de la par-
tie superficielle (14) du bloc d'une partie restante (16), dite
partie massive, à partir de l'amorce de séparation (30, 36)
par l'utilisation d'un deuxième moyen.

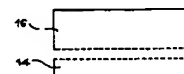
Application à la fabrication de composants de micro-
électronique, d'optoélectronique ou de micromécanique.



2A



2B



2C

FR 2 811 807 - A1



**PROCEDE DE DECOUPAGE D'UN BLOC DE MATERIAU ET DE
FORMATION D'UN FILM MINCE.**

Domaine technique

5 La présente invention concerne de façon générale un procédé de découpage d'un bloc de matériau. Ce procédé peut être mis en œuvre en particulier pour la formation de films minces.

10 Les films minces, autoportés ou solidaires d'un substrat de support, sont largement utilisés dans les domaines de la micro-électronique, de l'optoélectronique et de la micromécanique. Ainsi, l'invention trouve des applications dans ces domaines, notamment pour la réalisation de composants ou de
15 circuits intégrés.

Etat de la technique antérieure

 Comme évoqué ci-dessus, l'utilisation de couches minces est de plus en plus répandue pour des
20 composants dont le fonctionnement ou le procédé de fabrication font appel à des propriétés physiques et électriques particulières.

 Les couches minces présentent une épaisseur qui est habituellement comprise entre quelques nanomètres
25 et quelques micromètres. Elles permettent ainsi, par exemple, de mettre en œuvre des matériaux dont l'usage sous forme de substrat épais serait rédhibitoire pour des raisons de coût ou de compatibilité avec d'autres matériaux utilisés.

30 La compatibilité des matériaux peut aussi constituer un obstacle à la formation directe d'une

couche mince sur un substrat de support sur lequel elle est finalement utilisée. Un certain nombre de procédés ont été développés pour former initialement une couche mince sur un substrat source et pour transférer ensuite
5 la couche mince du substrat source vers un substrat cible.

Ces procédés ainsi que d'autres techniques connues relatives à la fabrication et au transfert de couches minces sont illustrés par les documents (1),
10 (2), (3), (4), (5), (6) et (7) dont les références complètes sont données à la fin de la présente description.

En particulier, le document (1) illustre la possibilité de former par implantation ionique une zone
15 fragilisée dans une plaque de matériau pour ensuite détacher une couche mince superficielle de la plaque au niveau de cette zone.

La séparation de la couche mince du substrat source est provoquée, ou tout au moins assistée, par
20 l'exercice d'un certain nombre de contraintes mécaniques ou thermiques. En particulier le découpage de la couche mince requiert un budget énergétique sous forme thermique et/ou mécanique, qui est lié notamment à la dose des espèces implantées pour former la zone
25 fragilisée.

La mise en œuvre des techniques de découpage et de transfert d'une couche mince, tels que décrites dans les documents mentionnés ci-dessus, peut être liée à un certain nombre de difficultés. Par exemple, l'usage de
30 certains matériaux à fort coefficient de dilatation thermique n'est pas compatible avec un traitement

thermique à trop forte température. Pour certains substrats il est également nécessaire de limiter la dose des espèces implantées soit pour préserver la couche mince soit pour des raisons économiques.

5 En outre, la mise en oeuvre de forces mécaniques pour séparer le substrat source de la couche mince, telle qu'évoquée ci-dessus en référence au document (7), permet également de réduire le budget thermique de fracture, notamment dans le cas où les
10 matériaux en contact présentent des coefficients de dilatation différents. L'exercice d'efforts mécaniques sur le substrat source et/ou le support cible n'est toutefois pas toujours possible, notamment lorsque les matériaux mis en oeuvre sont fragiles, ou lorsque la
15 zone de clivage n'est pas assez fragilisée par l'implantation ionique.

 Finalement, les techniques de séparation et de transfert de couche mince, décrites ci-dessus, impliquent un certain nombre de contraintes et de
20 compromis. Ces contraintes sont imposées en particulier par le type de matériaux utilisés pour constituer le substrat source, la couche mince et le support cible.

Exposé de l'invention

25 L'invention a pour but de proposer un procédé de découpage, permettant, en particulier, de former et de transférer des couches minces, qui ne présente pas les limitations évoquées ci-dessus.

 Un autre but est de proposer un procédé de
30 découpage pouvant être mis en oeuvre avec un budget

énergétique réduit, et en particulier avec un budget thermique réduit.

Un but est encore de proposer un procédé économique dans lequel une éventuelle implantation d'impuretés, destinée à former une zone fragilisée, peut être effectuée avec une dose réduite.

Pour atteindre ces buts l'invention a plus précisément pour objet un procédé de découpage d'un bloc de matériau, comprenant les étapes suivantes :

- 10 a) la formation dans le bloc d'une zone enterrée fragilisée, délimitant au moins une partie superficielle du bloc,
- b) la formation dans le bloc d'au moins une amorce de séparation par l'utilisation d'un premier moyen de séparation,
- 15 c) la séparation au niveau de la zone fragilisée de la partie superficielle du bloc d'une partie restante, dite partie massive, à partir de l'amorce de séparation par l'utilisation d'un deuxième moyen.

20 La ou les amorces de séparation peuvent être situées sur tout ou partie de la périphérie du bloc et/ou sur des zones locales internes au bloc, et sont aptes à se propager dans la zone fragilisée.

L'invention repose sur le constat qu'il est possible de réduire notablement l'énergie globale à fournir au bloc (qu'elle soit d'origine thermique et/ou mécanique) pour la mise en œuvre d'un procédé de découpage, en formant une amorce de séparation avant la séparation proprement dite.

30 Les contraintes mécaniques éventuellement mises à profit pour la séparation peuvent être des

contraintes appliquées depuis l'extérieur du bloc ou des contraintes internes présentes dans le bloc.

Bien que les étapes soient exécutées de préférence de façon successive dans l'ordre indiqué, il est possible, pour certaines applications tout au moins, d'exécuter les étapes a et b de manière concomitante. Par ailleurs, lorsque les premier et deuxième moyens de séparation sont différents, les étapes b et c peuvent être concomitantes.

Selon une mise en œuvre particulière du procédé, destinée à la fabrication de couches minces, on peut former une zone fragilisée s'étendant de façon sensiblement parallèle à une face sensiblement plane du bloc, pour définir dans le bloc une partie superficielle sous la forme d'une couche superficielle mince.

On entend par face sensiblement plane, une face dont le plan moyen est plan, mais qui peut comporter des micro-rugosités de surface dont les valeurs de rugosité vont de quelques dixièmes de nanomètres à plusieurs centaines de nanomètres. Les inventeurs ont pu mettre en évidence qu'une implantation à travers une surface présentant une micro-rugosité, par exemple d'une valeur RMS (valeur quadratique moyenne) de 10 nm, ne perturbe pas le mécanisme de fragilisation et la fracture subséquente. Cette constatation est intéressante car cette rugosité est de l'ordre de grandeur de la rugosité de la face libre du film après transfert. Il est donc possible dans ces conditions de recycler plusieurs fois le même substrat sans recourir à un polissage de surface.

La zone enterrée fragilisée peut être formée avantageusement par implantation.

Il s'agit plus précisément d'une implantation d'espèces gazeuses qui permet de former dans le bloc de
5 matériau une fine couche de microcavités. Cette couche délimite la partie superficielle à découper et fragilise localement le bloc de matériau.

On entend par espèces gazeuses des éléments, tels que l'hydrogène ou les gaz rares, par exemple,
10 sous leur forme atomique (par exemple H), sous leur forme moléculaire (par exemple H₂), sous leur forme ionique (par exemple H⁺, H₂⁺), sous leur forme isotopique (par exemple deutérium) ou sous leur forme isotopique et ionique.

15 Par ailleurs, on entend par implantation toute technique d'introduction dans le bloc des espèces mentionnées ci-dessus, telles que le bombardement la diffusion etc.. Ces techniques peuvent être mises en œuvre individuellement ou en combinaison de plusieurs
20 d'entre elles.

A titre d'illustration des techniques d'implantation, on peut se reporter aux documents cités précédemment. Toutefois grâce à la formation d'une
25 amorce de séparation, conformément à l'invention, les doses des espèces implantées pour former la zone fragilisée peuvent être réduites. Les doses réduites permettent de moins perturber l'état de surface des couches minces, ou des parties découpées, et ainsi d'en contrôler la rugosité.

30 Selon un aspect particulier de l'invention on peut effectuer localement une implantation avec un

surdosage pour former l'amorce de séparation, le premier moyen de séparation correspond alors à un surdosage.

5 Cette possibilité est très intéressante dans la mesure ou une implantation à forte dose n'a lieu que dans une partie réduite du bloc de matériau. De plus, comme indiqué précédemment, une dose beaucoup plus faible peut être utilisée pour former la zone fragilisée.

10 L'amorce de séparation peut être formée dans un même plan que la zone fragilisée comme une prolongation de cette zone. Si l'initiation de l'amorce est réalisée dans un autre plan que celui de la zone fragilisée, la propagation de l'amorce rejoint la zone fragilisée.

15 Plusieurs possibilités peuvent être retenues pour la formation de l'amorce de séparation.

Selon une première possibilité, on peut effectuer un surdosage, lors de l'implantation ionique. Le surdosage constitue alors un premier moyen de
20 séparation. L'amorce de séparation peut aussi être formée par une implantation ionique d'une espèce différente de celle retenue pour la formation de la zone fragilisée.

Selon une autre possibilité, on peut former
25 l'amorce de séparation par l'insertion dans le bloc d'un outil. Le premier moyen de séparation correspond alors à l'insertion de l'outil.

Selon encore une autre possibilité, on peut former l'amorce de séparation par injection locale d'un
30 fluide sur le bloc. Le premier moyen de séparation correspond alors à l'injection de fluide.

Selon encore une autre possibilité on peut former l'amorce de séparation par un traitement thermique local du bloc. Le premier moyen de séparation correspond alors au traitement thermique local.

5 Dans une application du procédé de l'invention à la formation d'une couche mince, en fonction de son épaisseur, il est peut-être avantageux de la rendre solidaire d'un raidisseur avant l'étape c de séparation (voire même avant d'étape b). Le raidisseur peut être
10 déposé à la surface du bloc de matériau, en contact avec la couche mince à découper, selon une quelconque technique de dépôt. Il peut aussi être rendu solidaire de la couche mince par adhésion moléculaire ou par collage au moyen d'un liant (colle).

15 Lorsqu'en revanche la couche mince ou la partie à découper est suffisamment épaisse ou est en un matériau suffisamment rigide pour ne pas se déchirer, la présence d'un raidisseur n'est pas indispensable. Dans la suite du texte, on désigne une partie ou une
20 couche présentant une épaisseur ou une rigidité suffisantes pour ne pas se déchirer lors de la séparation, par partie ou couche "autoportée".

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description qui va
25 suivre, en référence aux figures des dessins annexés. Cette description est donnée à titre purement illustratif et non limitatif.

Brève description des figures

30 - Les figures 1A à 1D sont des coupes schématiques d'un substrat et illustrent des étapes de

découpage d'une couche mince, maintenue par un raidisseur, selon un procédé conforme à l'invention.

- Les figures 2A à 2C sont des coupes schématiques d'un substrat et illustrent des étapes
5 découpage d'une couche mince autoportée, selon un procédé conforme à l'invention.

- Les figures 3A à 3D sont des coupes schématiques d'un substrat et illustrent des étapes de
10 découpage d'une couche mince, maintenue par un raidisseur, selon un procédé conforme à l'invention et constituant une variante par rapport au procédé illustré par les figures 1A à 1D.

15 Description détaillée de modes de mise en œuvre de l'invention

Dans la description qui suit, des parties identiques, similaires ou équivalentes des différentes figures sont repérées par les mêmes références, de
20 façon à pouvoir se reporter plus facilement d'un mode de réalisation à l'autre.

Il convient, par ailleurs, de préciser que les différentes figures et les différentes parties des figures ne sont pas représentées selon une échelle homogène pour augmenter la lisibilité des figures.

25 La figure 1A montre un substrat 10 qui constitue un bloc de matériau, homogène ou non, tel qu'évoqué dans la description qui précède. Ce bloc peut être, par exemple, un lingot ou une plaquette de matériau semi-conducteur ou piézo-électrique ou encore
30 ferroélectrique. Il peut être préalablement traité ou non. Dans le cas où le bloc est une plaquette de semi-

conducteur traitée ou non, il s'agit par exemple d'un substrat de silicium.

Une implantation ionique d'hydrogène avec une dose de l'ordre de $7.10^{16} \text{ H}^+/\text{cm}^2$ à une énergie de 100keV, par exemple, permet de former dans le substrat une zone fragilisée 12. Celle-ci s'étend sensiblement selon un plan parallèle à la surface du substrat par laquelle les impuretés ont été implantées. Dans l'exemple de la figure les impuretés sont implantées par une face du substrat 18 qui est désignée dans la suite du texte par face superficielle. La zone fragilisée délimite dans le substrat 10 une couche mince superficielle 14 et une partie massive 16.

La figure 1B, montre le report de la face superficielle de la couche mince 14 sur un deuxième substrat 20 appelé substrat cible et qui peut constituer un raidisseur pour la couche mince. Il s'agit, par exemple, d'un substrat de silice fondu appelé abusivement quartz.

La solidarisation de la couche 14 avec le substrat 20 peut être réalisée soit directement par adhésion moléculaire, soit comme représenté sur les figures 1 par l'intermédiaire d'au moins une couche de matériau 22 disposée sur la couche mince et/ou sur le substrat. Dans ce dernier cas, la couche intermédiaire 22 est choisie soit pour favoriser l'adhésion moléculaire (par exemple du SiO_2) soit pour réaliser un collage adhésif (par exemple une couche de colle).

Dans le cas d'un collage moléculaire direct entre les faces à assembler des deux substrats, les substrats subissent, par exemple, un traitement de

nettoyage chimique destiné à rendre hydrophiles les faces à assembler. Après la mise en contact des faces à assembler, les substrats peuvent subir éventuellement un premier traitement thermique destiné à renforcer les forces d'adhésion. Ce traitement est effectué, par exemple, avec un budget thermique de l'ordre de 300°C pendant 2 heures.

La figure 1C, montre la formation d'une amorce de séparation 30 dans le substrat 10. L'amorce de séparation 30 s'étend depuis une face extérieure 32 du substrat 10, en l'occurrence une face latérale sur la figure, jusqu'à la zone fragilisée 12. L'amorce de séparation peut être provoquée par différents moyens, représentés symboliquement sur la figure sous la forme d'une flèche avec la référence 34. Ces moyens peuvent comporter une injection d'eau, ou d'un autre fluide, ou un outil, tel qu'une lame, insérés au niveau de la zone fragilisée.

Selon une autre possibilité, l'amorce de séparation peut être provoquée par une implantation ionique avec un surdosage limité à une région de bordure du substrat. Une telle région est représentée sur les figures avec la référence 36.

Bien entendu, le surdosage peut être réalisé dans d'autres régions du substrat telles que, par exemple, une région centrale.

Dans ce cas, la formation de l'amorce de séparation peut avoir lieu éventuellement lors d'une même étape d'implantation mise en œuvre également pour la formation de la zone fragilisée. Pour se rapporter à l'exemple numérique donné précédemment, la région 36

est surimplantée, par exemple avec une dose de $9.10^{16} \text{H}^+/\text{cm}^2$.

Selon encore une autre possibilité, une amorce de séparation peut être provoquée en surchauffant localement le substrat (par exemple à l'aide d'un laser ou d'une source chaude locale).

Il convient de remarquer ici que les termes "amorce de séparation" désignent dans le cadre du présent exposé soit une région dans laquelle la séparation est déjà entamée, soit une région, particulièrement fragile, dans laquelle la séparation sera entamée lors d'une étape ultérieure de séparation proprement dite.

Une flèche 34a en trait mixte indique la possibilité de former une pluralité d'amorces de séparation, soit de former une amorce de séparation qui fait le tour du substrat 10.

La figure 1D montre une étape finale de séparation de la couche mince 14 et de la partie massive 16 du substrat. La séparation peut être assistée par l'exercice de contraintes mécaniques, sous forme de pression, de forces de traction de cisaillement ou de pelage, et/ou par un traitement thermique. A titre d'exemple, dans les conditions évoquées précédemment, on peut effectuer un traitement thermique de quelques minutes à 350°C pour obtenir la séparation totale. Le budget thermique mis en œuvre pour obtenir la séparation des parties tient compte des traitements thermiques préalables, tel que, par exemple, un traitement thermique pour renforcer l'adhérence entre les substrats, ont été effectués. Dans tous les

cas, ce budget thermique est réduit du fait de l'utilisation de l'amorce de séparation.

On obtient finalement une structure formée du substrat cible 20 à la surface duquel se trouve la
5 couche mince 14.

La partie massive 16 du premier substrat peut être réutilisée pour le découpage ultérieur d'une autre couche mince. Elle peut éventuellement servir aussi comme substrat cible pour le support d'une autre couche
10 mince d'un autre matériau.

Grâce au procédé illustré par les figures 1A à 1D, il est possible, par exemple, d'obtenir également des structures comportant sur un substrat de silicium des matériaux non semi-conducteurs tels que le LiNbO_3 ,
15 le LiTaO_3 ou le SrTiO_3 , par exemple. On peut aussi reporter des couches de matériaux semi-conducteurs III-V sur du silicium ou sur d'autres semi-conducteurs III-V. Le procédé peut également être mis en œuvre pour obtenir des substrats de type SOI (silicium sur
20 isolant).

On donne ci-après, à titre d'illustration des paramètres de procédé pouvant être retenus pour la fabrication d'un support SOI.

Lors de la première étape on effectue une
25 implantation ionique d'hydrogène avec une dose de $7 \cdot 10^{16} \text{H}^+/\text{cm}^2$ à 100KeV dans une plaque standard de silicium oxydée en surface. Cette implantation permet de définir une couche mince délimitée par une zone fragilisée. Un surdosage local à $9 \cdot 10^{16} \text{H}^+/\text{cm}^2$ est
30 effectuée à la périphérie de la zone fragilisée. Le surdosage permet de former une amorce de séparation au

sens de l'invention sur une longueur de 1 à 2 cm, depuis le bord de la plaque dans le cas d'une amorce en bordure de plaque. Après le report de la plaque sur une autre plaque de silicium sur laquelle on fait adhérer la couche d'oxyde, on procède à un traitement thermique de séparation. On observe qu'un traitement de 4 heures à 350°C permet d'obtenir une séparation qui se propage à partir de l'amorce sur l'ensemble de la zone fragilisée.

En l'absence de l'amorce de séparation, il serait également possible de provoquer la séparation. Toutefois dans ce cas, un traitement thermique de 350°C pendant 11 heures serait nécessaire. Ceci montre la réduction importante du budget thermique imposé aux substrats, grâce à l'invention.

La figure 2A, qui illustre la première étape d'une deuxième possibilité de mise en œuvre de l'invention, est identique à la figure 1A. On peut donc se reporter à la description qui précède au sujet de cette figure.

La figure 2B illustre la formation d'une amorce de séparation 30. On observe que l'amorce 30 est pratiquée sensiblement au niveau de la zone fragilisée 12 et que, par ailleurs, la surface 18 de la couche mince 14 est laissée libre.

La figure 2C montre l'étape finale de séparation qui est provoquée sans équiper la couche mince 14 d'un raidisseur. Une telle mise en œuvre du procédé est adaptée en particulier à la formation de couches minces autoportées.

Les figures 3A à 3D montrent encore une autre possibilité de mise en œuvre du procédé. Les figures 3A et 3B sont identiques aux figures 1A et 1B, de sorte que leur description n'est pas répétée.

5 La figure 3C, qui illustre la formation d'une amorce de séparation, montre que les moyens de séparation 34 peuvent être appliqués ailleurs qu'au niveau de la zone fragilisée 12. Dans l'exemple de la figure 3C, un outil, tel qu'une lame est inséré sur un
10 coté latéral 32 de la structure, au niveau de l'interface entre le premier substrat 10 et le substrat cible 20. L'outil est inséré par exemple au niveau de la couche intermédiaire 22 lorsqu'elle existe. En raison de l'épaisseur relativement fine de la couche
15 mince, par exemple inférieure ou de l'ordre de quelques μm , c'est à dire de la faible profondeur de la zone fragilisée dans le premier substrat 20, l'amorce de séparation se propage à travers la couche mince pour venir rejoindre la zone fragilisée 12.

20 La figure 3D illustre la séparation finale qui se propage depuis l'amorce 30 sur l'ensemble de la surface de la couche mince en suivant la zone fragilisée.

25 Comme évoqué précédemment, la présence d'une amorce de séparation permet de réduire le budget thermique de la dernière étape et/ou permet de réduire la dose d'implantation de la zone fragilisée. En jouant sur ces deux paramètres, il est ainsi possible de contrôler la rugosité de la partie massive 16 et
30 surtout de la couche mince 14.

DOCUMENTS CITES

- (1) FR-A-2681472 / US-A-5374564
- (2) FR-A-2773261
- (3) FR-A-2748851
- 5 (4) FR-A-9909007
- (5) US-A-5994207
- (6) EP-A-0925888
- (7) FR-A-2 748 851

REVENDEICATIONS

1. Procédé de découpage d'un bloc de matériau
(10) comprenant les étapes suivantes :

- 5 a) la formation dans le bloc d'une zone enterrée (12),
fragilisée, délimitant au moins une partie
superficielle (14) du bloc,
- b) la formation dans le bloc d'au moins une amorce de
séparation (30, 36) par l'utilisation d'un premier
moyen de séparation,
- 10 c) la séparation au niveau de la zone fragilisée de la
partie superficielle (14) du bloc d'une partie
restante (16), dite partie massive, à partir de
l'amorce de séparation (30,36) par l'utilisation
d'un deuxième moyen.

15

2. Procédé selon la revendication 1, dans
lequel l'amorce de séparation est formée sur tout ou
partie de la périphérie du bloc et/ou sur des zones
locales internes du bloc.

20

3. Procédé selon la revendication 1, dans
lequel on forme une zone fragilisée s'étendant de façon
sensiblement parallèle à une face sensiblement plane du
bloc, pour définir dans le bloc une partie
25 superficielle sous la forme d'une couche superficielle
mince.

4. Procédé selon la revendication 1, dans
lequel les étapes a et b sont concomitantes.

30

5. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les premier et deuxième moyens de séparation sont différents et en ce que les étapes b et c sont concomitantes.

5

6. Procédé selon la revendication 1, dans lequel on forme la zone enterrée fragilisée par implantation ionique.

10

7. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que l'amorce de séparation est formée par une implantation ionique d'une espèce différente de celle de l'étape a), cette implantation correspondant au premier moyen de séparation.

15

8. Procédé selon la revendication 6, dans lequel lors de l'implantation ionique on effectue localement une implantation avec un surdosage pour former l'amorce de séparation (36).

20

9. Procédé selon la revendication 1, dans lequel on forme l'amorce de séparation par l'insertion dans le bloc d'un outil, le premier moyen de séparation correspondant à l'insertion de l'outil.

25

10. Procédé selon la revendication 1, dans lequel on forme l'amorce de séparation par injection locale d'un fluide sur le bloc, le premier moyen de séparation correspondant à l'injection de fluide.

30

11. Procédé selon la revendication 1, dans lequel on forme l'amorce de séparation par un traitement thermique local du bloc, le premier moyen de séparation correspondant au traitement thermique local.

5

12. Procédé selon la revendication 1, dans lequel on forme l'amorce de séparation au niveau de la zone fragilisée, ou au voisinage de celle-ci.

10

13. Procédé selon la revendication 1, dans lequel le deuxième moyen de séparation de l'étape c correspond à une mise en œuvre de forces mécaniques s'exerçant entre la partie superficielle et la partie massive du bloc, et/ou un traitement thermique.

15

14. Procédé selon la revendication 12, dans lequel les forces mécaniques sont des forces exercées depuis l'extérieur du bloc, et/ou des contraintes internes présentes dans le bloc.

20

15. Procédé selon la revendication 3, dans lequel, avant l'étape c, on met en contact la couche mince superficielle avec un raidisseur.

25

16. Procédé selon la revendication 15, dans lequel on dépose sur la couche mince superficielle au moins une couche de matériau formant ledit raidisseur.

30

17. Procédé selon la revendication 15, dans lequel on rend solidaire la couche mince superficielle

d'un raidisseur par collage ou par adhésion moléculaire de contact.

18. Procédé selon la revendication 1, dans
5 lequel, après l'étape c, on réutilise la partie massive (16) du bloc de matériau, pour le découpage d'une nouvelle partie superficielle.

19. Procédé selon la revendication 1, dans
10 lequel, après l'étape c, on réutilise la partie massive du bloc de matériau (16) , comme raidisseur pour la partie superficielle d'un autre bloc.

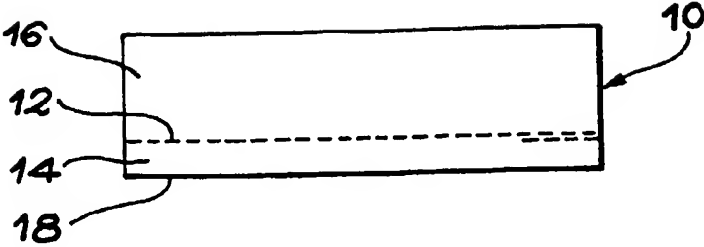


FIG. 1A

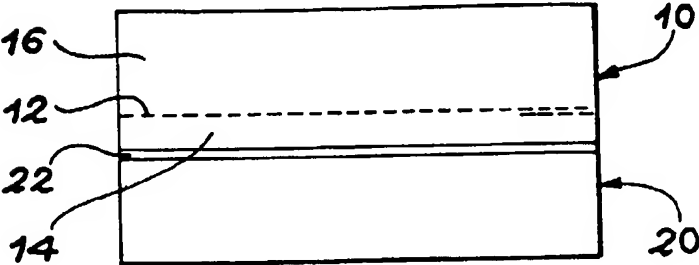


FIG. 1B

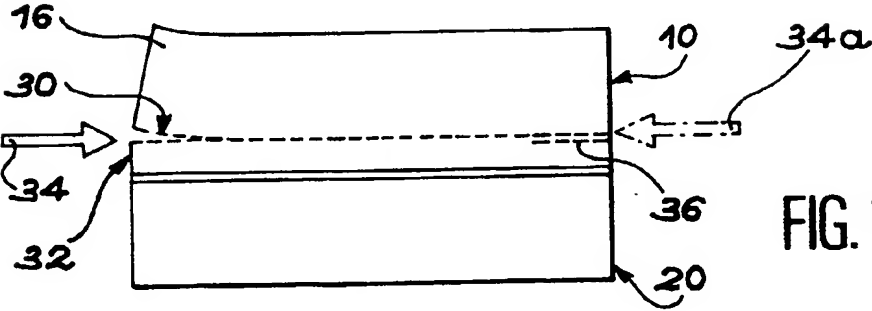


FIG. 1C

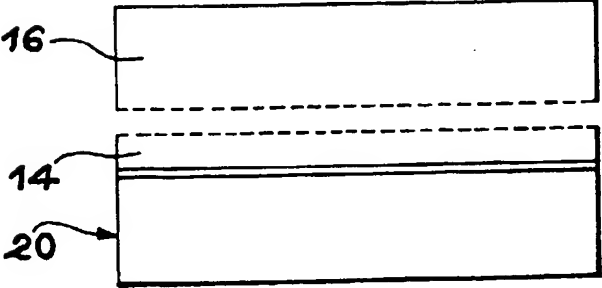


FIG. 1D

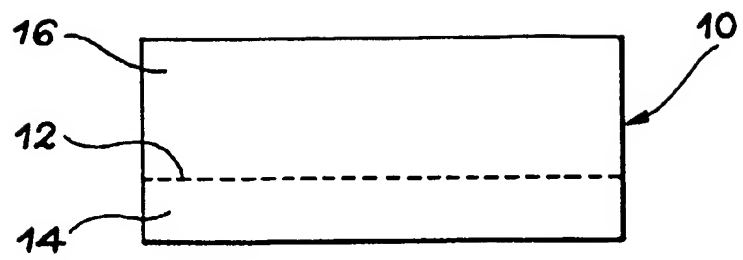


FIG. 2 A

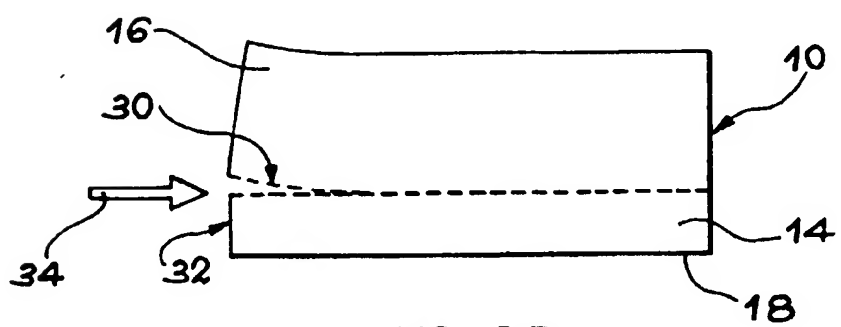


FIG. 2 B

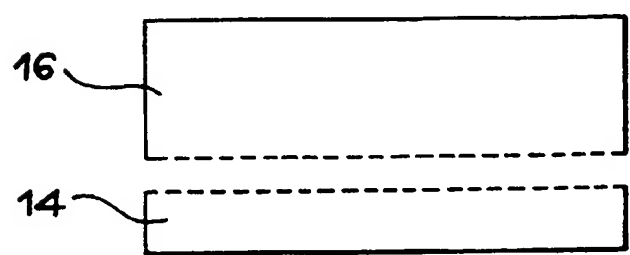


FIG. 2 C

3 / 3

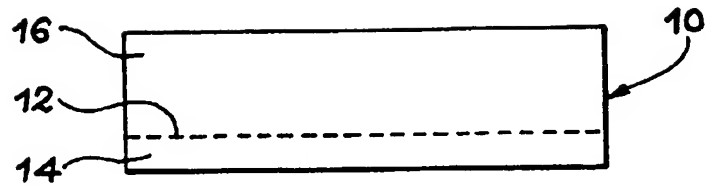


FIG. 3A

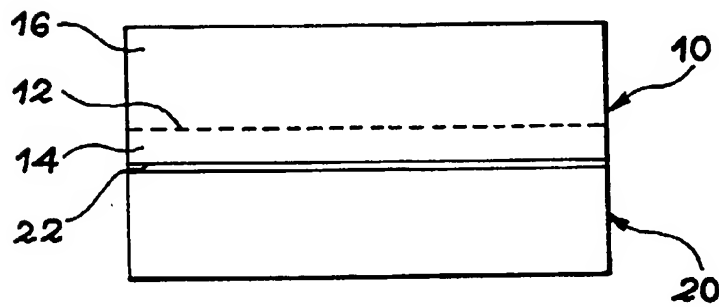


FIG. 3B

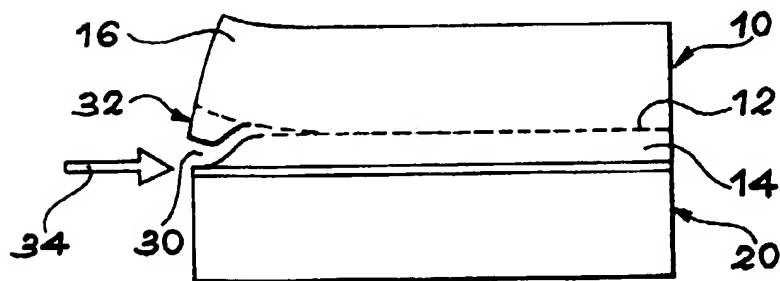


FIG. 3C

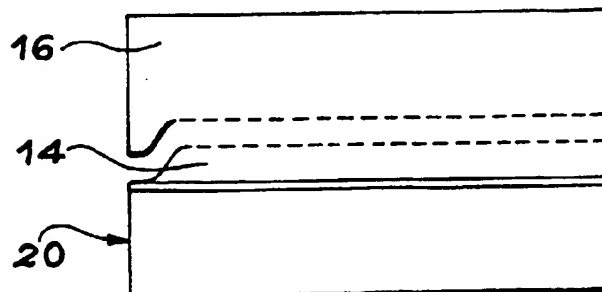


FIG. 3D



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

2811807

N° d'enregistrement
nationalFA 594392
FR 0009129

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	EP 0 938 129 A (CANON KK) 25 août 1999 (1999-08-25) * abrégé; revendications; figure 1C * * colonne 12, alinéas 73,75 *	1-8, 12-14, 18	H01L21/302
Y	---	15-17, 19	
Y	US 5 909 627 A (EGLOFF RICHARD) 1 juin 1999 (1999-06-01) * abrégé; revendications; figures 1, 2 *	15-17, 19	
X	US 5 994 207 A (HENLEY FRANCOIS J ET AL) 30 novembre 1999 (1999-11-30) * abrégé; revendications; figures 6, 6A, 6B, 7 * * colonne 8, ligne 43 - ligne 61 *	1-3, 6, 9, 10, 12	
X	US 5 811 348 A (MATSUSHITA TAKESHI ET AL) 22 septembre 1998 (1998-09-22) * abrégé; revendications; figures 5, 6 * * colonne 5, ligne 3 - ligne 7 *	1-3, 5, 9, 12-14	
X	EP 0 793 263 A (CANON KK) 3 septembre 1997 (1997-09-03) * abrégé; revendications; figures 1-3 * * colonne 13, ligne 34 - colonne 14, ligne 19 *	1-3, 11-13, 18	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.Cl.7) H01L
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
27 mars 2001		Wirner, C	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			